



⑯ Aktenzeichen: 199 18 921.8  
⑯ Anmeldetag: 27. 4. 99  
⑯ Offenlegungstag: 18. 11. 99

⑯ Unionspriorität:  
98 06157 15. 05. 98 FR

⑯ Erfinder:  
Givet, Jean-Bernard, Corenc, FR

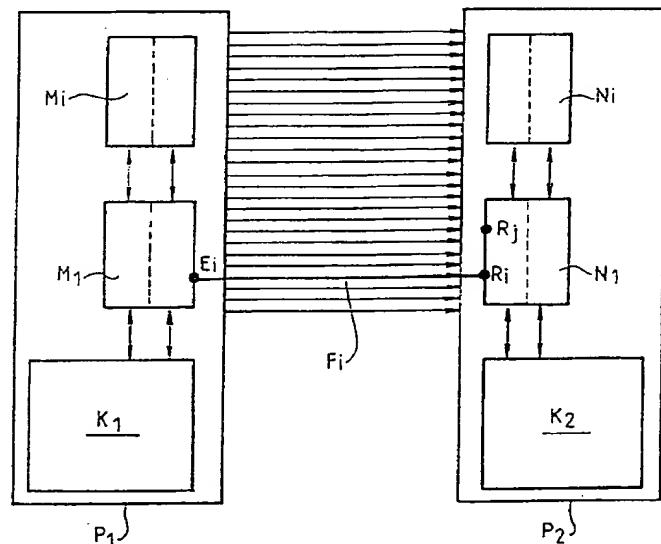
⑯ Anmelder:  
Schneider Electric S.A., Boulogne-Billancourt, FR

⑯ Vertreter:  
Bungartz Hublé, 50933 Köln

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑯ Aus einer Einheit von optischen Sende- und Empfangselementen gebildete optische Schranke

⑯ Optische Schranke mit Sende- (Ei) und Empfangselementen (Ri), die in jedem Teil der Schranke auf Module (Mi, Ni) aufgeteilt sind. Die Schranke wird durch eine Nummer identifiziert, aus der man einen jedes Modul (Mi, Ni) durch einen seiner Strahlen (Fi) sowie durch die anderen Strahlen des Moduls identifizierenden Code bildet. Die Module (Mi, Ni) tauschen codierte Wörter aus, die sie gegenseitig identifizieren; die Synchronisation geschieht durch die Übereinstimmung zwischen dem ausgesandten Wort und dem zu empfangenden Wort.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine aus einer Einheit von optischen Sende- und Empfangselementen gebildeten optischen Schranke, die optische Strahlen aussendende und empfangende Elemente umfaßt. 5

Optische Schranken, auch unsichtbare Sperren genannt, werden insbesondere benutzt, um das Bedienungspersonal in der Nähe gefährlicher Maschinen zu beschützen. Diese Schranken bestehen meist aus einem Bündel individueller, aneinandergrenzender Strahlen, die eine Erfassungsebene abgrenzen. Die Strahlen sind systematisch angeordnet, weil dies notwendig ist, um eine Erfassungsempfindlichkeit zu bestimmen. Diese Empfindlichkeit stellt nämlich die Fähigkeit der Schranke, das Eindringen eines Hindernisses in die Schranke nachzuweisen, dar. Sie wird z. B. bei Versuchen durch gleichzeitige Verdunkelung zweier Strahlen bestimmt. Man muß sich jedoch sicher sein, daß diese verdunkelten Strahlen nicht durch auf die Empfänger fallendes und von anderen Strahlen kommendes Licht ersetzt werden. 15

Die meisten derzeitigen Schranken benutzen für jeden Strahl eine oder mehrere Lichtimpulse, um den Aufbau des Sender-/Empfängerdialogs zu erreichen. Diese Impulse wiederholen sich gleichermaßen bei jedem Strahl einer oder mehrerer Schranken. Daraus ergeben sich die folgenden 25 Nachteile, die sich durch schwerwiegende Betriebsstörungen äußern können:

- mangelnde Sicherheit bezüglich des Strahlensynchronismus zwischen Sendung und Empfang, 30
- Risiko, Empfindlichkeit zu verlieren,
- mögliche Interferenzen, wenn mehrere Schranken nahe nebeneinander installiert sind,

bei Betriebsstörungen ist es unmöglich zu wissen, ob die betroffene Seite der Sender oder der Empfänger ist. 35

Der Betrieb einer Schranke kann auch durch Störspiegelungen eines Strahls und Rückstrahlung von diesem auf seinen Empfänger oder durch einen Strahl einer anderen Schranke gestört werden. 40

Nun können solche Situationen sehr gefährlich werden, wenn eine Schranke derart völlig oder teilweise durch Störsignale neutralisiert wird.

Im allgemeinen beruht das Problem der Zuverlässigkeit und demnach der Sicherheit einer Lichtschranke auf der Möglichkeit, mit Sicherheit zu festzustellen, daß der vom Empfänger empfangene Strahl wirklich der von dem mit ihm verbundenen Sender gesandte Strahl ist. 45

Natürlich wäre es möglich, jeden Strahl durch einen eindeutigen Code zu identifizieren, aber eine solche Lösung würde Rechenanlagen benötigen, die mit industriellen und wirtschaftlichen Bedingungen unvereinbar sind. 50

Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, eine Sicherheitslichtschranke zu entwickeln, die mit einfachen Mitteln durchführbar ist, und die es ermöglicht, jederzeit den korrekten Betrieb – zu überprüfen, insbesondere automatisch und zyklisch. 55

Zu diesem Zweck bezieht sich die Erfindung auf eine optische Schranke der oben definierten Art, die sich dadurch kennzeichnet, daß:

- A jede Schranke durch eine Nummer aus hexadezimalen Zahlen identifiziert wird,
- B die jeweils durch ihren Strahl miteinander verbundenen Sende- und Empfangselemente in Modulen zusammengefaßt sind, die jeweils höchstens 16 Sende- und/oder Empfangselemente haben
  - die Elemente in jedem Modul angeordnet und

auf eine Gruppe aus einem oder mehreren ersten Elementen (Strahlen) und eine Gruppe aus mehreren zweiten Elementen (Strahlen) verteilt sind, – die Elemente Strahlen nach aus Impulsen gebildeten Wörtern senden/empfangen,

C die Wörter aus codierten, binären Impulsen für ihre Identifizierung gebildet werden, und ihr Arbeitszyklus annähernd oder gleich einer Einheit ist,

D die Modulelemente einer Schranke codiert werden, um jedem Element (Strahl) ein Wort zuzuordnen:

– indem jedem ersten Element (Strahl) in der Reihenfolge der Module und jedem zweiten Element (Strahl) ein elementarer, binärer Code gegeben wird, der gewonnen wird durch:

- Umschrift der Zahlen der hexadezimalen Nummer der Schranke in einen binären Code, der eine Folge binärer Zahlen ergibt,
- geordnete Zuordnung der binären Zahl der binären Folge der umschriebenen Nummer auf jede Stelle des Moduls,

– indem ein Gruppensatz aus zwei Wörtern für die ersten Elemente der Module bestimmt wird, und indem mit dem ersten Element jedes Moduls zwei Wörter verbunden werden, von denen man bei diesen beiden Wörtern dasjenige übernimmt, das denselben elementaren, binären Code hat wie der, der dem ersten Element dieses Moduls zugeordnet wurde, und

– indem für alle zweiten Elemente aller Module eine Gruppe aus zwei Wörtern bestimmt wird, die mit je einem von zwei binären Zuständen verbunden sind, und indem jedes zweite Element mit dem Wort verbunden wird, das denselben elementaren, binären Code hat wie der, der diesem zweiten Element zugeordnet wurde.

Bei dieser Schranke wird somit jeder Strahl durch eine Nummer identifiziert, die eigentlich für die zweiten Strahlen doppelt und für die ersten Strahlen eindeutig ist. Der erste Strahl jedes Moduls einer Schranke hat einen eindeutigen Code in der Schranke und einen nahezu eindeutigen Code zwischen zwei Schranken, da sein binärer Zustand unterschiedlich ist, weil die Nummer der Schranken unterschiedlich ist. 40

Die zweiten Strahlen haben jeder einen Code, d. h. ein Wort, das eigentlich einem doppelten Code entspricht: dem Code des Moduls, der eigentlich der des ersten Strahls ist, und dem Code des Strahls innerhalb des Moduls. Um die Erläuterung zu vereinfachen, sind der oder die ersten Strahlen die ersten Strahlen eines Moduls und die zweiten Strahlen die anderen Strahlen desselben Moduls. Die ersten Strahlen könnten jedoch eine andere Lage einnehmen, z. B. in den zweiten Strahlen verschachtelt sein. Beim Empfang sieht es ebenso aus, da das Empfangsmodul Empfänger hat, die unter den gleichen Bedingungen mit den Sendern verbunden sind. 45

Angesichts der bijektiven Verbindung zwischen einem Sender und einem Empfänger oder einer Empfängergruppe besteht im allgemeinen für die Beschreibung der Erfindung eine Gleichwertigkeit zwischen den Begriffen Senderposition oder Empfängerposition in einem Modul und dem Strahl, der den Sender mit dem Empfänger verbindet. 60

Die Modulation des Strahls durch den ihm zugeordneten Code ermöglicht es zu wissen, ob der von einem Empfänger empfangene Strahl wirklich der ihm zugedachte Strahl ist. Dieser ihm zugedachte Strahl kann entweder der von dem mit diesem Empfänger verbundenen Sender gesandte Strahl sein, was dem normalen Betrieb der Schranke entspricht, 65

oder der von einem anderen Sender gesandte aber absichtlich von diesem Empfänger gelenkte oder empfangene Strahl im Falle einer schrägen Abtastung der Schranke sein.

Üblicherweise, aber nicht unbedingt, tauschen die Sender und Empfänger einen Strahl aus, dessen Modulation für das oben definierte Wort dem Strahl eigen ist. Diese Betriebsweise entspricht einer sehr hoch auflösenden oder sehr empfindlichen Schranke.

Es ist ebenfalls möglich, die Strahlen zu zweit oder eventuell zu dritt zusammenzufassen.

In diesem Fall werden die Strahlen von jedem Paar oder jeder Dreiergruppe durch dasselbe Codewort moduliert, das wie oben beschrieben für einen eindeutigen Strahl definiert wurde. Dies gilt für die ersten und zweiten Strahlen.

Im allgemeinen werden die Strahlen nacheinander von den verschiedenen Sendern eines selben Moduls oder von den verschiedenen Sendern aller Module gesandt, und zwar mit einer zyklischen Wiederholung in einer für die ersten und zweiten Strahlen eines selben Moduls gegebenen Reihenfolge und der Modulfolge, so daß die Strahlen perfekt vom Steuerkreis, der die verbundenen Empfänger leitet, erkannt werden können.

Für Kontrollen und Änderungen der Struktur der Schranke oder ihrer Empfindlichkeit kann man die Verbindung zwischen den Sendern und Empfängern durch einen einfachen Eingriff ändern, indem man das Abtastprogramm (Verbindung der Strahlen zwischen einem Sender und einem oder mehreren Empfängern) in den Steuer- und Leitkreisen der optischen Schranke ändert.

Nach weiteren vorteilhaften Merkmalen:

- umfaßt die Nummer eines jeden Moduls  $N = 4$  hexadezimale Zahlen, und die Anzahl der Grundpositionen eines jeden Moduls ist größer oder gleich  $4N = 16$ .
- haben die Wörter eine Länge von 8 Zahlen, denen ein Wortanfangbit vorausgeht und ein Wortendbit nachsteht.

Die Wahl der Anzahl der Zahlen, die die Nummer der Schranke bilden, bietet große Codierungsmöglichkeiten und ermöglicht es, Schranken aus 16 Modulen mit je 16 Strahlen zu haben, was für praktisch alle beabsichtigten Situationen ausreichend ist.

Zur Kontrolle ist es besonders interessant, den optischen Fehler der natürlichen Strahlenöffnung zu benutzen, um eine schräge, optische Abtastung durchzuführen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der beiliegenden Zeichnungen genauer beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine Gesamtansicht einer erfundungsgemäßen optischen Schranke.

Fig. 2 die Form der über die Lichtstrahlen zwischen einem Sender und einem Empfänger übertragenen Signale in der Reihenfolge der Strahlen und ihren Code.

Fig. 3 eine Tabelle, die die Codierung der verschiedenen Strahlen eines Moduls zeigt.

Fig. 4 ein Codierungsbeispiel der Strahlen einer Schranke aus drei Modulen.

Fig. 5 ein Schema, mit dem das Problem der Empfindlichkeitskontrolle einer optischen Schranke erklärt werden kann.

Nach der Fig. 1 besteht eine optische Schranke aus zwei Teilen P1, P2, die an jedem Ende der die unsichtbare Sperr bildenden Fläche angebracht sind. Diese beiden Teile P1, P2 tauschen Lichtstrahlen  $F_i$  entweder nur in einer Richtung oder aber in beiden Richtungen aus, wobei jeder Teil P1, P2 in einem ersten Fall einerseits nur aus optischen Sendern und andererseits nur aus optischen Empfängern besteht, und im zweiten Fall umfaßt jeder Teil jeweils mit den Empfän-

gern und Sendern des anderen Teils verbundene Sender und Empfänger.

Diese beiden Fälle können im Rahmen der Erfindung ins Auge gefaßt werden.

- 5 Nach Fig. 1, umfaßt jeder Teil P1, P2 einen Steuerkreis K1, K2, der die Sendung und den Empfang der Strahlen über die Module M1, M2, N1, N2 leitet. Jedes Modul M1, M2 oder N1, N2 umfaßt eine bestimmte Anzahl von Sende- oder Empfangselementen  $R_i$ . Aus industrietechnischen Gründen ist es von Vorteil, möglichst identische Module zu fertigen, die eine bestimmte Anzahl von Sende- und/oder Empfangselementen haben. Somit kann jeder Teil P1, P2 einer Schranke aus einer gewissen Anzahl von Modulen bestehen.
- 10 15 Die Sender senden jeweils möglichst hintereinander oder in einer feststehenden Reihenfolge einen für einen bestimmten, mit dem entsprechenden Modul verbundenen Empfänger  $R_i$  gedachten Strahl  $F_i$ . Dieser Strahl überträgt einen Code, der vom Empfänger  $R_i$  erfaßt wird und es dem Steuerkreis K2 ermöglicht, diesen Code zu identifizieren und zu überprüfen, daß er wirklich dem Strahl  $F_i$  entspricht, der für diesen Empfänger  $R_i$  gedacht ist.

Diese Anlage ermöglicht es auch, auf Befehl einen von einem Sender  $E_i$  gesandten Strahl  $F_i$  mit einem Empfänger  $R_j$  zu verbinden, der nicht der normalerweise mit dem Sender  $E_i$  verbundene Empfänger  $R_i$  ist.

Die Sendung/der Empfang der Strahlen zwischen den Teilen P1, P2 der Schranke wird von den Steuerkreisen K1, K2 geleitet, die insbesondere die Sendezeitpunkte jedes Senders  $E_i$  oder jeder Sendergruppe  $E_i$  und die Empfangszeitfenster für die Empfänger  $R_i$  bestimmt, um die Sicherheit des Austauschs noch über die dafür vorgesehenen und nachstehend beschriebenen Mittel hinaus zu erhöhen.

Um eine Schranke zu identifizieren, verbindet man erfundungsgemäß eine Nummer aus hexadezimalen Zahlen damit. Diese Nummer ist eindeutig und stellt eine Serien- oder Fertigungsnummer der Schranke dar. Bei einer industriellen Anlage mit mehreren Schranken ermöglicht dies, jede Schranke und jedes Element einer Schranke genau zu identifizieren.

Die einer Schranke zugeordnete Nummer besteht beispielsweise aus vier hexadezimalen Zahlen.

Wie bereits angegeben sind die Sender  $E_i$  und die Empfänger  $R_i$  diejenigen einer Anzahl von K Modulen für die Fläche, die die optische Schranke bieten soll.

Da die Schranken aus Modulen bestehen, wählt man die Anzahl der Module in Abhängigkeit von den Abmessungen der Schranke (im allgemeinen der Höhe für eine optische Schranke mit waagerechten Strahlen).

50 Jedes Modul umfaßt höchstens  $4N$  Sende- oder Empfangselemente. Diese Elemente sind geordnet, d. h. daß ihnen eine Nummer innerhalb des Moduls zugeordnet ist.

Jedes Modul umfaßt beispielsweise  $4N = 16$  Sende- und/oder Empfangselemente  $E_i/R_i$ , bei der obigen Annahme  $N = 4$ .

55 Fig. 2 zeigt die Form der Code, die zwischen Sendern und Empfängern ausgetauscht werden.

Erfundungsgemäß sind die Sende-/Empfangselemente  $E_i/R_i$  eines jeden Moduls auf eine Gruppe mit einem oder mehreren sogenannten ersten Elementen und eine Gruppe mit mehreren sogenannten zweiten Elementen verteilt.

Je nach der für die Schranke gewünschten Empfindlichkeit (mehr oder weniger große Empfindlichkeit in Abhängigkeit von der Größe des Testobjekts, das die Schranke erfassen soll) erhält man für jedes Modul ein, zwei oder drei erste Elemente und der Rest der Modulelemente gehört dann zu der Gruppe der zweiten Elemente.

Die Strahlen  $F_i$  bestehen aus einer Impulsfolge, die einen

binären Code definiert, wie beispielsweise in der **Fig. 2** angegeben. Den mit einem Strahl verbundenen Code nennt man "Wort", und er setzt sich aus zehn binären Stellen oder Zuständen zusammen. Das Wort beginnt mit einem Anfangsbit "Start", fährt mit den 8 Bits des Wortes fort und endet mit einem Endwort "Stop".

Die Wörter wurden so definiert, daß ihr Arbeitszyklus so nah wie möglich an einer Einheit liegt. D.h., daß die Dauer der Hochzustände und die der Tiefzustände möglichst nah aneinanderliegen sollen.

Genauer gesagt ist die **Fig. 2** eine Tabelle, die die Form der mit den verschiedenen Strahlen eines oder mehrerer Module verbundenen Wörter klarstellt. Die Spalten sind mit C11–C16 etikettiert, um die Erklärungen zu erleichtern, wohingegen die Zeilen und Zeilengruppen nur durch ihre Kopfetiketten bestimmt sind.

Die Spalte C11 entspricht den Modulen, die Spalte C12 dem Namen der Wörter, die Spalte C13 der Form der Wörter (Code), die Spalte C14 den binären Zuständen, die Spalte C15 dem binären und hexadezimalen Code des Wortes, und die Spalte C16 ist ein Verweis auf die Strahlensummer des jeweiligen Moduls.

Die Tabelle beschränkt sich auf eine gewisse Anzahl von Zeilen, die die Form des Wortesignals (Spalte C13) darstellen, aber dies entspricht nur einem Beispiel.

Die Wörter sind in erste Wörter MP und zweite Wörter MS aufgeteilt, die jeweils unter den nachstehend gezeigten Bedingungen mit Strahlen oder Modulpositionen verbunden sind.

Da erfundungsgemäß die zweiten Wörter auf zwei beschränkt sind, während die ersten Wörter eine Anzahl haben, die gleich dem Doppelten der Anzahl möglicher Module ist, werden die zweiten Wörter im oberen Teil der Tabelle vor den ersten Wörtern gezeigt.

Die zweiten Wörter MS1, MS2 entsprechen einerseits dem binären Zustand 0 und andererseits dem binären Zustand 1 (Spalte C14). Diese zweiten Wörter sind mit allen zweiten Elementen aller Module verbunden, außer den ersten Elementen. Alle zweiten Strahlen mit demselben binären Zustand in allen Modulen erhalten dasselbe Wort.

Die Wörter MP1i, MP2i der ersten Elemente der Module 1, 2, 3, 4... haben die Etiketten MP11, MP21 für das Modul 1, MP12, MP22 für das Modul 2, MP13, MP23 für das Modul 3, usw.

Mit jedem ersten Modulelement sind zwei Signale MP1i, MP2i je nach dem diesem ersten Modulelement zugeordneten binären Zustand 0 oder 1 verbunden. Das für das erste Modulelement übernommene Wort ist dasjenige von beiden, das dem diesem Element zugeordneten binären Zustand entspricht.

Die Zuordnung der binären Zustände zu den ersten Elementen und den zweiten Elementen in jedem Modul wird unter den folgenden, allgemein in der Tabelle von **Fig. 3** erläuterten Bedingungen vorgenommen.

Diese Tabelle besteht aus den Zeilen L1, L2, L3, L4, L5, L6 und den Spalten C1 (C11–C14), C2 (C21–C24) C4 (C41–C44).

Zeile L1 ist die mit den Kopfetiketten der Spalten und Zeile L2 die mit den Nebenspalten. Zeile L3 gibt die Schrankennummer an, wobei die Zahlen in den entsprechenden Spalten eingetragen sind. Zeile L4 stellt die binäre Umschrift der hexadezimalen Zahlen der Zeile L3 (Schrankennummer) in den Nebenspalten jeder Spalte (4 binäre Zustände in jeder Spalte) dar.

Zeile L5 stellt die Nummer der Elemente (oder Strahlen) des Moduls dar, und Zeile L6 enthält in den mit den Strahlensummern verbundenen Nebenspalten einen hexadezimalen Code, der das mit jeder Strahlen- oder Positionsnummer

verbundene Wort darstellt und der mit dem Licht transportiert wird.

Nehmen wir einmal an, daß das Modul Mi 16 Sende- und Empfangselemente umfaßt, d. h. daß es 16 Strahlen bearbeitet. Die Nummern der Strahlen oder der Elemente 1...16 werden in die Zeile L5 eingetragen und entsprechen den Nebenspalten C11–C44 oder den Spalten C1, C2, C3, C4, die jeweils 4 nebeneinanderliegende Nebenspalten zusammenfassen.

10 Die Schranke, zu der das Modul Mi gehört, ist durch einen Code mit N hexadezimalen Zahlen identifiziert, die in Zeile L3 eingetragen sind. Dieser Code ist z. B. N = 4, und die vier Zahlen des Codes werden jeweils in einer Spalte C1, C2, C3, C4 eingetragen.

15 Die binäre Umschrift der hexadezimalen Zahlen dieses Codes wird in die Zeile L4 und in die Nebenspalten C11–C44 eingetragen. Zeile L4 steht für das, was man ansonsten den "binären Zustand" eines Strahls oder eines Elements (Sender/Empfänger) nennt.

20 Dieser binäre Zustand ermöglicht es, mit jedem der Elemente oder Strahlen, ein Wort aus der Tabelle der **Fig. 2** zu verbinden. Man geht beispielsweise davon aus, daß der erste Strahl 1 (L5/C11, Tabelle **Fig. 3**) das einzige Element oder der erste Strahl ist. Der mit diesem ersten Strahl verbundene

25 binäre Zustand (L4/C11, **Fig. 3**) ist gleich 1; wenn dieses Modul das Modul Nummer 1 einer Schranke ist, ordnet die Tabelle der **Fig. 2** diesem Element das Wort MP21 zu. Wenn sein binärer Zustand 0 gewesen wäre, hätte Tabelle 2 ihm das Wort MP11 zugeordnet.

30 Im Falle eines einzigen Moduls wählt man herkömmlicherweise die ersten Wörter des Moduls 1.

Übrigens übernimmt dieses erste Wort die Synchronisation.

35 Für das Modul 2 einer selben Schranken hätte die Tabelle der **Fig. 2** diesem ersten Strahl das Wort MP22 (4B) zugeordnet.

Die Zuordnung der Wörter zu den zweiten Strahlen oder Elementen geschieht auf einfachere Weise, aber unter Befol- gung eines ähnlichen Verfahrens.

40 Gemäß **Fig. 3** sind die Elemente oder Strahlen 2 bis 16 also zweite Elemente oder Strahlen. Für diese zweiten Strahlen übernimmt man das Wort MS1 oder das Wort MS2 (**Fig. 2**) je nach dem binären Zustand, der mit dem Zustand 0 oder dem Zustand 1 verbunden ist.

45 Da für den Strahl 2 der binäre Zustand (L4, C12, **Fig. 3**) gleich 1 ist, verbindet man das Wort MS2 damit, das in hexadezimalem Code 9B ist. Dieser Wortcode wird an der Stelle L6, C12 (**Fig. 3**) eingetragen.

Das mit dem dritten Strahl verbundene Wort ist auch das 50 Wort MS2, da sein binärer Zustand (L4, C13, **Fig. 3**) gleich 1 ist.

Der Code des Wortes MS2 wird an der Stelle L6, C13 (**Fig. 3**) 9B eingetragen.

Im Beispiel der **Fig. 3** wird nur den Strahlen 8, 9 und 16 mit dem binären Zustand D das Wort MS1 (5B) zugeordnet, dessen Code an der entsprechenden Stelle der Zeile L6 eingetragen wird.

Fig. 4 zeigt den Fall einer Schranke mit drei Modulen. Die Identifizierungsetiketten der Zeilen, Spalten und Nebenspalten wurden nicht übernommen.

Die zu **Fig. 3** zusammen mit **Fig. 2** gegebenen Erklärungen gelten für jeden Tabellenteil, der jeweils mit einem Modul 1, 2, 3 der **Fig. 4** verbunden ist.

55 Für das Modul 1 haben wir die bereits oben angegebenen Wortcode.

Für das Modul 2 und das Modul 3 ist die Lage sehr ähnlich.

Da die Module M1, M2, M3 zu derselben Schranke gehö-

ren, sind die Strahlen durchgehend von 1 bis 48 nummeriert.

Der erste Strahl des Moduls 2 trägt die Nummer 17. Ihm wird das Codewort 4B zugeordnet. Dieses Wort wird in der Fig. 2 aus den beiden ersten Wörtern MP12, MP22 gewählt, die dem Modul 2 gemäß dem binären Zustand zugeordnet werden können. Da der binäre Zustand des Strahls 17 des Moduls 21 ist, wird ihm das erste Wort MP22 (4B) zugeordnet.

Ebenso besteht für den ersten Strahl mit der Nummer 33 in Modul 3 die mögliche Wahl aus den Wörtern MP13 und MP23 (Fig. 3). Da der mit diesem Strahl 33 verbundene binäre Zustand gleich 1 ist, wird ihm das Wort MP23 zugeordnet.

Da andererseits die zweiten Strahlen 18–32 oder 34–48 der Module 2 und 3 eines der Wörter MS1, MS2 sind, weil ihr binärer Zustand derselbe ist wie der der entsprechenden Strahlen des Moduls 1, sind die ihnen jeweils zugeordneten Wörter dicsclbcn.

Durch dieses Codierungsmittel besitzt jede Schranke eine Identifizierungsnummer, die sich alle 16 ersten Strahlen wiederholt. Daraus ergibt sich eine Identifizierung eines jeden Produkts und das Mittel, jeden Strahl von jeder Schranke zu markieren, das jedem Modul eine Codefolge entspricht, die der Schranke eigen ist.

Der erste Strahl eines jeden Moduls gibt die Modulnummern an, und danach ist die Nummer jedes ersten Strahls eindeutig. Somit erhält man die Synchronisation zwischen dem Empfänger und dem Sender durch Übereinstimmung zwischen dem empfangenen Wort und dem erwarteten Wort. Die Synchronisation ist so gekennzeichnet und vielfach, daß der Vorgang sich bei jedem Modul wiederholt.

Dieses Merkmal hebt die Nachteile der früheren Technik auf. In der Tat:

- Der Synchronismus wirkt sich auf die bei jedem ersten Strahl jedes Moduls identifizierten Strahlen aus.
- Wenn ein Strahl nicht mit dem Code empfangen wird, der dem ihm zugeordneten Empfänger entspricht, wird er nicht berücksichtigt. Dabei kann man keine Empfindlichkeit verlieren.
- Wenn Schranken sich gegenseitig überlagern, können sie keine Informationen austauschen, da sie nur den Code interpretieren können, der ihnen zugeordnet ist. Wenn eine Interferenz entsteht, führt die Abtastung nicht zu durchgehenden Strahlen, sondern zu unbekannten Strahlen, und die Synchronisation kann nicht stattfinden. Die Ausgabe des Produkts bleibt inaktiv, als wenn die Strahlen unterbrochen wären.
- Wenn die Strahlen durch Verdunkelungen unterbrochen werden, wird die Synchronisation am ersten Strahl des ersten nicht verdunkelten Moduls wiederhergestellt, weil die Synchronisationsfolge an jedem ersten Strahl jedes Moduls wieder aufgenommen wird.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Schranke mit zwei Modulen M1, N1, wobei das eine den Sender E1–E6 und das andere die Empfänger R1–R6 hat.

Die Kreise S, S' stellen Verdunkeler dar, d. h. kalibrierte Objekte, die zur Kontrolle der Erfassungsempfindlichkeit der Schranke dienen.

Wenn man von perfekt parallelen und nicht abweichen den Strahlen ausgeht, werden die Strahlen der Sender E1, E2 durch den Verdunkeler verdunkelt und können nicht bis auf ihren Sender R1 oder R2 treffen.

Da andcerrcscits in der Praxis die Strahlen abweichen sind, z. B. der Strahl F3 des Senders E3, trifft er auf die Empfänger R3–R6. Er kann aber nur vom Empfänger R3, der ihm nach Voraussetzung zugeordnet ist, erkannt werden.

Diese Fig. 5 zeigt, daß ohne Codierung und unter der Voraussetzung einer elektronischen Betriebsstörung, die zur gleichzeitigen Aussendung der Sender E3, E4, ES, E6 führen würde, der Verdunkeler S' nicht erfaßt würde, da die Strahlen der Sender E4, E5 verdunkelt würden, aber die Empfänger R3–R6 und also auch die theoretisch mit den Sendern E4, E5 verbundenen Empfänger R4, R5 von den Sendern E3 und E6 beleuchtet würden, und daß in diesem Fall sehr schematisch ein viel größerer Verdunkeler S" gebraucht würde, um erfaßt zu werden.

Diese Fig. 5 ermöglicht es, eine interessante Möglichkeit der Erfindung zu erklären, um im Falle eines Ausfalls festzustellen, ob der im Prinzip fehlerhafte Sender und/oder der Empfänger ausgefallen ist. Zu diesem Zweck ändert man die Verbindung Sender/Empfänger, um einen anderen Empfänger mit einem Sender zu verbinden und den Zweifel aufzuheben.

Gehen wir in der Praxis von einem Strahl E2 R2 (Fig. 5) aus, durch den die optischen Informationen nicht mehr zwischen Sender und Empfänger hin- und hergehen; es ist im Prinzip unmöglich zu wissen, wo die Störung liegt.

Wenn man die Möglichkeit hat, die Strahlen zu kennzeichnen, in diesem Fall durch die Codierung, kann man, indem man die Strahlen benutzt, die neben dem liegen, der nicht mehr überträgt, wissen, ob es der Empfänger oder der Sender ist, der ausgefallen ist.

In unserem Beispiel: E1 sendet an R2; wenn dieser antwortet, ist E2 ausgefallen, was dadurch bestätigt wird, daß R3 den Strahl von E2 nicht empfängt.

Wenn E1 nicht von R2 empfangen wird, dann ist R2 ausgefallen, was dadurch bestätigt wird, daß R3 E2 empfängt.

Der Zustand der Endstrahlen wird durch eine schräge Abtastung in die andere Richtung, von E2 auf R1, erhalten.

Diese Betriebsweise könnte ohne Codierung erreicht werden, wird aber durch den in jedem Strahl enthaltenen Code gesichert.

#### Patentansprüche

1. Optische Schranke, gebildet aus einer Einheit von optischen Sende- und Empfangselementen, die optische Strahlen aussendende und empfangende Elemente umfaßt, dadurch kennzeichnet, daß:

A jede Schranke (P1, P2) durch eine Nummer (N) aus hexadezimalen Zahlen identifiziert wird, B die jeweils durch ihren Strahl (Fi) miteinander verbundenen Sende- (Ei) und Empfangselemente (Ri) in (K) Modulen (N1-Mi, N1-Ni) zusammengefaßt sind, die jeweils höchstens 16 Sende- und/oder Empfangselemente haben,

- die Elemente in jedem Modul (Mi, Ni) angeordnet und auf eine Gruppe aus einem oder mehreren ersten Elementen (Strahlen) und eine Gruppe aus mehreren zweiten Elementen (Strahlen) verteilt sind,
- die Elemente Strahlen nach aus Impulsen gebildeten Wörtern senden/empfangen,

C die Wörter aus codierten, binären Impulsen (0, 1) für ihre Identifizierung gebildet werden, und ihr Arbeitszyklus annähernd oder gleich einer Einheit ist,

D die Modulelemente einer Schranke codiert werden, um jedem Element (Strahl Fi) ein Wort zuzuordnen:

- indem jedem ersten Element (Strahl) in der Reihenfolge der Module und jedem zweiten Element (Strahl) ein elementarer, binärer Code gegeben wird, der gewonnen

wird durch:

- Umschrift der Zahlen der hexadezimalen Nummer der Schranke in einen binären Code, der eine Folge binärer Zahlen ergibt, 5
- geordnete Zuordnung der binären Zahl der binären Folge der umischriebenen Nummer auf jedes Element (Strahl) eines Moduls,
- indem ein Satz von (K) Gruppen aus zwei Wörtern ( $MP1_i, MP2_i, i = 1 \text{ bis } K$ ) für die ersten Elemente der Module ( $M_i, N_i$ ) bestimmt 10 wird, und indem mit dem ersten Element jedes Moduls (i) zwei Wörter ( $MP1_i, MP2_i$ ) verbunden werden, von denen man bei diesen beiden Wörtern dasjenige übernimmt, das denselben elementaren, binären Code (1, 15 0) hat wie der, der dem ersten Element dieses Moduls (i) zugeordnet wurde, und
- indem für alle zweiten Elemente aller Module eine Gruppe aus zwei mit jeweils zwei binären Zuständen verbundenen Wörtern 20 ( $MS1, MS2$ ) bestimmt wird, und (V) indem jedes zweite Element mit dem Wort verbunden wird, das denselben elementaren, binären Code (1, 0) hat wie der, der diesem zweiten Element zugeordnet wurde. 25

2. Optische Schranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß: die Nummer eines jeden Moduls  $N = 4$  hexadezimale Zahlen umfaßt, und die Anzahl der Grundpositionen eines jeden Moduls größer oder gleich  $4N = 16$  ist. 30

3. Optische Schranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß: die Wörter eine Länge von 8 Zahlen haben, denen ein Wortanfangsbit vorausgeht und ein Wortendebit nachsteht.

4. Optische Schranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Fehler der natürlichen Öffnung der Strahlen, durch die Vergrößerung der Quelle veranlaßt, zu einem Vorteil gemacht wird, der die schräge optische Abtastung ermöglicht. 35

5. Optische Schranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elemente (Strahlen) getrennt, in Paaren oder in Dreiergruppen arbeiten, und jedes Element, jedes Paar oder jede Dreiergruppe einen durch dasselbe Codewort für die Elemente des Paars oder der Dreiergruppe modulierten Strahl aussendet oder empfängt. 40

6. Optische Schranke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisation zwischen dem Empfänger und dem Sender durch Übereinstimmung zwischen dem erhaltenen und dem erwarteten Wort erreicht wird. 50

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

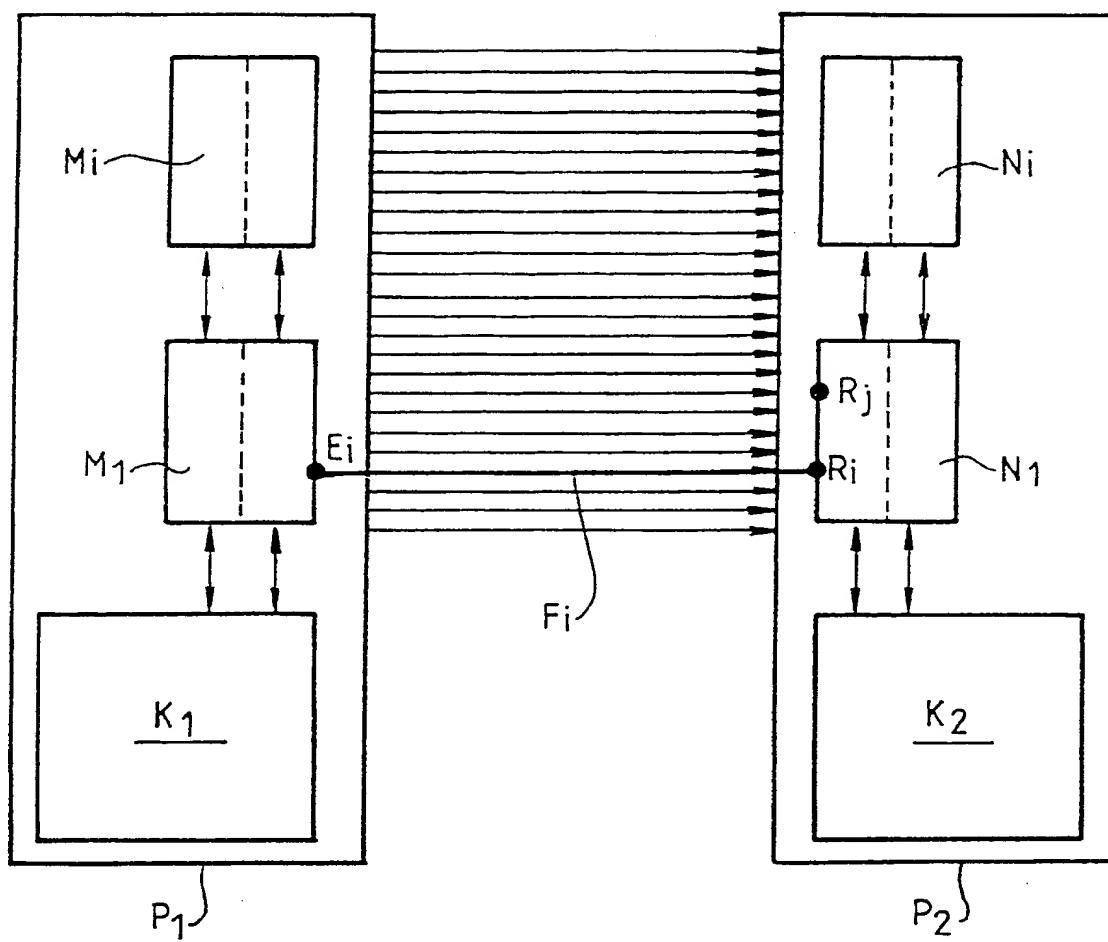


FIG.1

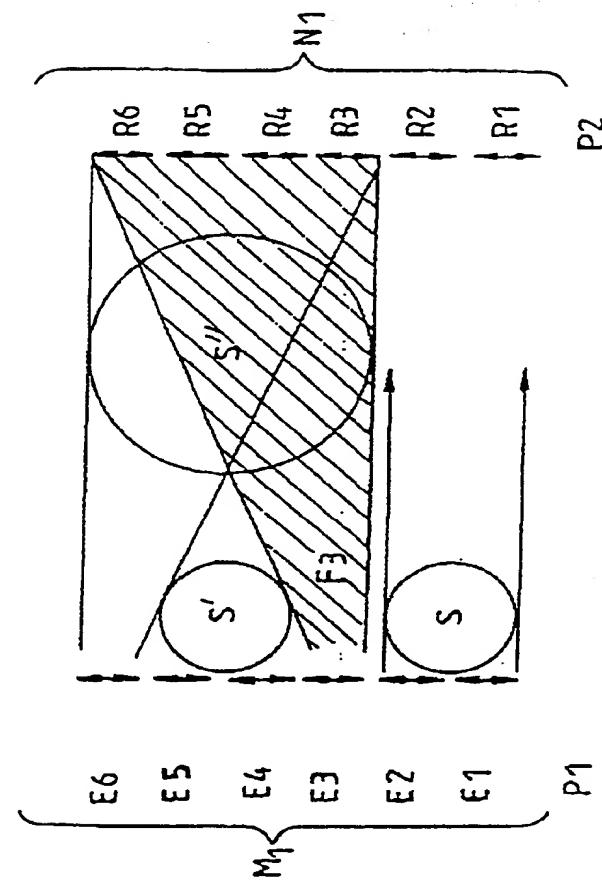
Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Cl5	Cl6
		Wort			
		start 1 2 3 4 5 6 7 8 stop		Binärer Zustand	Binärer Code: - Wortcode - Hex-Code
Modul Zweite Elemente	MS1		/0	S11011010S 5B	2 bis 16
	MS2		/1	S11011001S 9B	2 bis 16
Modul Erste Elemente	MP11		/0	S11010110S 6B	1
	MP21		/1	S11010101S AB	1
Modul 2	MP12		/0	S11010100S 2B	1
	MP22		/1	S11010010S 4B	1
Modul 3	MP13		/0	S11001101S B3	1
	MP23		/1	S11001100S 33	1
Modul 4	MP14		/0	S11001010S 53	1
	MP24		/1	S11001001S 93	1

FIG. 2

FIG. 3

L1	C1	C2	C3	C4	
L2	C11	C12	C13	C14	C21
L3	F		E	7	
L4	1	1	1	1	0
L5	1	2	3	4	5
L6	AB	9B	9B	9B	9B

Modul i

FIG. 5

F				E				7				E				
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
AB	9B	9B	9B	9B	9B	9B	5B	55B	9B	9B	9B	9B	9B	9B	5B	

Modull 1

F				E				7				E				
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
17	18	19	20	21	22	23	24	225	26	27	28	29	30	31	32	
4B	9B	9B	9B	9B	9B	9B	5B	55B	9B	9B	9B	9B	9B	9B	5B	

Modull 2

F				E				7				E				
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
33	9B	9B	9B	9B	9B	9B	5B	55B	9B	9B	9B	9B	9B	9B	5B	

Modull 3

FIG.4